



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

⑯ DE 199 24 002 A 1

⑮ Int. Cl. 7:
G 01 L 1/12
G 01 L 3/10
G 01 D 5/22

⑯ Anmelder:
Wittenstein GmbH & Co. KG, 97999 Igersheim, DE

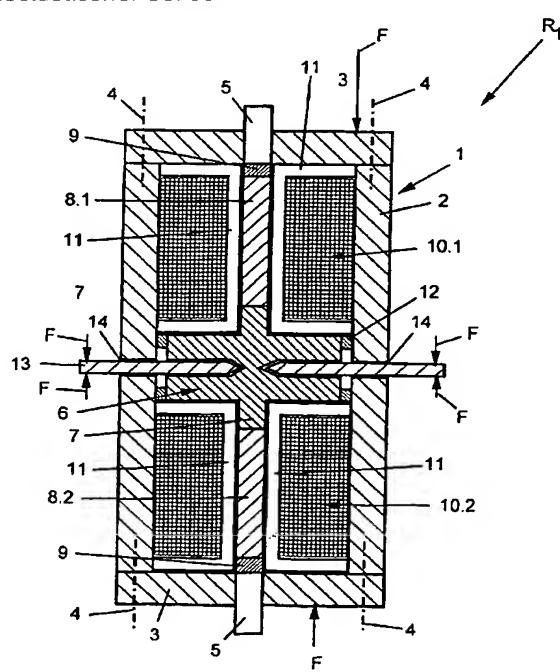
⑯ Vertreter:
Dr. Weiss, Weiss & Brecht, 78234 Engen

⑯ Erfinder:
Spohr, Hans-Hermann, 75365 Calw, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Sensor, insbesondere magnetostrukturiver oder magnetoelastischer Sensor

⑯ Bei einem Sensor, insbesondere magnetostrukturivem oder magnetoelastischem Sensor mit zumindest einem aus einem ferromagnetischen Material bestehenden Kernelement (8.1 bis 8.3), welches zumindest teilweise von zumindest einer Spule (10.1 bis 10.3) umgeben ist, wird das zumindest eine Kernelement (8.1 bis 8.3) in ein Gehäuse (1) eingesetzt, an welchem zur Kraft- und/oder Drehmomentenermittlung Zug- und/oder Druckkräfte angreifen.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Sensor, insbesondere magnetostriktiven oder magnetoelastischen Sensor mit zummindest einem aus einem ferromagnetischen Material bestehenden Kernelement, welches zummindest teilweise von zumindest einer Spule umgeben ist.

Derartige Sensoren sind in vielfältigster Form und Ausführung auf dem Markt bekannt und erhältlich. Sie dienen in erster Linie zur Messung von Kräften, von Kraftänderungen sowie von Drehmomenten und zur Ermittlung deren Änderungen.

Häufig werden sie als Sensoren zur Messung von Drehmomenten in Wellen oder als Kraftaufnehmer verwendet.

Bspw. ist in der DE 38 19 083 A1 eine magnetoelastische Kraftmessvorrichtung beschrieben, wobei ein Druckringkörper eine Ringspule trägt. Dabei ist in dem Druckringkörper koaxial ein ebenfalls magnetostriktiver Zughülsenkörper mit einer entsprechenden Ringspule angeordnet, so dass bei Krafteinleitung der eine Körper auf Druck und der andere Körper auf Zug beansprucht wird. Nachteilig hierbei ist, dass durch die entsprechende koaxiale Ausbildung der Sensor schwer einzusetzen und zu betreiben ist. Insbesondere kann dieser nicht sehr klein ausgebildet werden und daher nicht universell eingesetzt werden.

Zudem ist er kompliziert im Aufbau und teuer in der Herstellung.

Aus der DE 196 05 096 ist ein Drehmomentsensor und ein Spannungserfassungselement bekannt, bei welchem auf einer Drehwelle, insbesondere überbrückend über einen Freistich ein Kernbauteil mit einer magnetostriktiven Wicklung vorgesehen ist.

Nachteilig daran ist, dass nur für spezielle Wellen ein derartiger Drehmomentsensor vorgesehen sein kann und speziell auf jedes Bauteil angepasst werden muss.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einem Sensor der eingangs genannten Art zu schaffen, welcher die genannten genannten Nachteile beseitigt und mit welchem auf einfache und kostengünstige Weise eine Kraft und/oder ein Drehmoment sowie eine Änderung ermittelt werden kann. Hierbei soll der Sensor und insbesondere dessen Bauteile permanent in beliebigsten Umgebungen eingesetzt werden können.

Ferner sollen Einbaugröße und Herstellungskosten reduziert werden, wobei gleichzeitig die Lebensdauer erhöht und die Zuverlässigkeit bei gröserer Genauigkeit verbessert werden soll.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt, dass das zumindest eine Kernelement in ein Gehäuse eingesetzt ist, an welchem zur Kraft- und/oder Drehmomentenermittlung Zug- und/oder Druckkräfte angreifen.

Bei der vorliegenden Erfindung ist von elementarer Bedeutung, dass sämtliche Bauteile des Sensors, wie Kernelemente und Spulenelemente in ein Gehäuse eingesetzt werden. Dann können entsprechende zu ermittelnde Kräfte sowie ein magnetischer Rückfluss wegen der Führung des magnetischen Feldes oder Drehmomente an das Gehäuse angreifen. Ein magnetischer Rückfluss kann zusätzlich über das Gehäuse und die Kapselung der Spulenelemente geschehen. Hierdurch sind der Sensor und insbesondere dessen Bauteile geschützt. Gleichzeitig gewährleistet ein derartiger Sensor einen universellen Einsatz auf den verschiedensten technischen Gebieten.

Bevorzugt wird als Kernelement ein magnetostriktives Material verwendet. Als besonders günstig hat sich das Material Terfenol-D gezeigt. Bei diesem Material ändern sich die magnetischen Eigenschaften bei Einwirkung einer Kraft. Diese Änderung des Magnetfeldes lässt sich mit einem ma-

gnetschem Wechselfeld, welches mittels den Spulen um das Kernelement angelegt ist, ermitteln. Hierdurch bekommt die Spule eine bestimmte Impedanz, die den Strom, welcher durch die Spule fließt, bestimmt. Wirkt eine bestimmte Kraft auf das Kernelement, so ändern sich seine magnetischen Eigenschaften, im wesentlichen seine relative Permeabilität. Diese Änderung beeinflusst das Magnetfeld und somit die Impedanz. Diese Änderungen können als Ströme oder Spannungen gemessen werden.

Um gleichzeitig Druck- und/oder Zugkräfte zu messen, hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, das Kernelement bzw. die Kernelemente vorgespannt in das Gehäuse einzusetzen. Hierdurch lassen sich auf einfache und kostengünstige Weise Druck- und/oder Zugkräfte bestimmen. Deshalb wird hierfür eigenständiger und unabhängiger Schutz begeht.

Ferner hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, zwei in Reihe angeordnete Kernelemente mit einem zwischengeschalteten Zwischenstück in ein Gehäuse einzusetzen, wobei die beiden Kernelemente jeweils von wenigstens einer Spule umgeben sind. Dabei ist das Gehäuse nach aussen dicht abgeschlossen.

An das Zwischenstück ragen durch das Gehäuse von aussen nach innen Kraftübertragungselemente ein und können auf diese Weise die Kernelemente mit Druck- und/oder Zugkräften beaufschlagen.

Wird eines der beiden Kernelemente mit Druck beaufschlagt, so wird obligatorisch das gegenüberliegende andere Kernelement mit Zug beaufschlagt.

Hierdurch lassen sich unterschiedliche Spannungen in den einzelnen Spulen erzeugen, die exakte Rückschlüsse auf die einwirkende Kräfte oder Drehmomente zulassen.

Vom vorliegenden Erfindungsgedanken sei ferner umfasst, dass dem Sensor wenigstens ein Temperatursensor zugeordnet ist, damit Einfluss auf einen Korrekturfaktor im Betrieb genommen werden kann, wenn sich bspw. die Umgebung eines Sensors temperaturabhängig verhält bzw. eine Temperaturänderung bspw. im Getriebe erfolgt. Somit kann über eine Temperatur eine Messgröße vorgegeben werden, um die Genauigkeit des Sensorelementes zu erhöhen.

Ferner ist in einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung daran gedacht ein einzelnes Kernelement wenigstens mit einer Spule zu verschen, wobei Dekkielelemente stirnseitig an dem Kernelement anliegen. Über einen entsprechenden Zylinder wird ein Gehäuse gebildet. Der Zylinder ist vorzugsweise dünnwandig ausgebildet. Entsprechende Druckkräfte können direkt auf das eingekapselte Kernelement mit Spule einwirken, wobei eine Spannungsänderung und damit auch eine Ermittlung der Kraft bzw. Kraftänderung möglich ist. Dabei kann auch daran gedacht sein, das Kernelement vorgespannt zwischen die Dekkielelemente einzusetzen, so dass auch Zugkräfte hier angreifen können.

Insgesamt ist mit der vorliegenden Erfindung ein Sensor geschaffen, welcher in sehr geringen Einbaugrößen hergestellt werden kann und mit welchem exakte Messergebnisse erzielt werden können. Dabei kann der Sensor universell in beliebige Maschinenelemente eingesetzt und eingebaut werden, ohne dass er speziell für jeden Einbau spezifiziert und modifiziert werden muss.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen, diese zeigen in

Fig. 1 einen schematisch dargestellten Längsquerschnitt durch einen erfundungsgemässen Sensor zum Ermitteln von Zug- und/oder Druckkräften;

Fig. 2 einen schematisch dargestellten Längsquerschnitt

durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Sensors;

Fig. 3 eine mögliche Anordnung einzelner Sensoren gemäss **Fig. 2** zur Ermittlung von Kräften und/oder Drehmomenten;

Fig. 4 einen schematisch dargestellten Längsquerschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des Sensors gemäss **Fig. 2**.

Gemäss **Fig. 1** weist ein erfindungsgemässer Sensor **R₁** ein Gehäuse **1** auf, welches im bevorzugten Ausführungsbeispiel aus einem Zylinder **2** besteht, welcher stirnseitig von Deckelelementen **3** verschliessbar ist. Gestrichelt dargestellte Befestigungselemente **4** können das Deckelelement **3** mit dem Zylinder **2** fest oder wiederlösbar miteinander verbinden.

Hier nicht näher dargestellte Dichtungselemente od. dgl. können vorgesehen sein, um das Gehäuse **1** völlig dicht zu verschliessen.

Dabei soll auch im Rahmen der Erfindung an eine Schweißverbindung oder eine geschraubte Verbindung zwischen Deckelelement **3** und Zylinder **2** gedacht sein. Hier sei der Erfindung keine Grenze gesetzt.

Vorzugsweise mittig ist jedem oder nur einem der beiden Deckelelemente **3** ein Gewindestift **5** zugeordnet, welcher ggf. über eine hier nicht dargestellte Sicherungsmutter in jeder beliebigen Lage festlegbar ist.

Im Gehäuse **1** ist ein Zwischenstück **6** unter Druckbeanspruchung axial bewegbar eingesetzt. Das Zwischenstück **6** ist mit Aufnahmehabsätzen **7** versehen, die vorzugsweise mittig angeordnet sind. Zwischen den Aufnahmehabsätzen **7** und dem Gewindestift **5** ist jeweils beidseitig im Anschluss an das Zwischenstück **6** ein Kernelement **8.1, 8.2** aus ferromagnetischem Material eingesetzt.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist zwischen dem Kernelement **8.1, 8.2** und dem Gewindestift **5** jeweils ein Zylinderstift **9** eingesetzt.

Durch Verdrehen des Gewindestiftes **5** im Deckelelement **3** lässt sich in sehr kleinen Schritten der Gewindestift **5** in das Gehäuse **1** hineindrehen. Hierdurch kann eine Vorspannung auf den Zylinderstift **9** und insbesondere auf die Kernelemente **8.1, 8.2** erzeugt werden.

Die Kernelemente **8.1, 8.2** sind jeweils von Spulen **10.1, 10.2** umgeben. Bevorzugt sind die Spulen **10.1, 10.2** über Spulenkörper **11** zu dem Zwischenstück **6** und den Kernelementen **8.1, 8.2** selbst geringfügig beabstandet, so dass eine geringfügige, infinitesimale Bewegung der Kernelemente **8.1, 8.2** sowie des Zwischenstückes **6** axial möglich ist.

Bevorzugt ist das Zwischenstück **6** innerhalb einer Hülse **12** geführt.

Gleichzeitig bildet die Hülse **12** jeweils einen stirnseitigen Anschlag für die beiden Spulen **10.1, 10.2** bzw. Spulenkörper **11**, so dass diese zueinander im Gehäuse **1** beabstandet jeweils stirnseitig an den Deckelelementen **3** anliegen und dort abgestützt sind.

In das Zwischenstück **6** greifen Kraftübertragungselemente **13** durch eine Öffnung **14** im Gehäuse **1** ein, so dass diese von aussen, insbesondere außerhalb vom Gehäuse **1** mit einer Kraft **F**, als Zug- und/oder als Druckkraft ausgebildet, beaufschlagt werden können. Hierdurch lässt sich insbesondere eine bestimmte Kraft **F**, als Druck- und/oder als Zugkraft auf den Sensor **R₁** anlegen und durch Vergleich der Spulenspannungen ermitteln.

Stirnseitig im Bereich der Deckelelemente **3** können entsprechende hier nicht aufgezeigte Gegenlager die Kraft **F** aufnehmen. So kann bspw. eine Kraft **F** mittels einer Hülse od. dgl. Element in den Sensor eingeleitet werden.

An beiden Spulen **10.1, 10.2** liegt eine Spannung an, die bei Veränderung des Kernelementes **8.1, 8.2** durch Druck-

und/oder Zugbeanspruchung eine Änderung durch Änderung des Magnetfeldes erfährt. Diese messbare Änderung kann dann entsprechend in eine resultierende Kraft oder Drehmoment umgerechnet werden.

5 Von Vorteil beim vorliegenden Sensor ist auch, dass ein vollständig geschlossenes Gehäuse **1** vorliegt, durch welches keine Verschmutzungen od. dgl. eintreten können.

Ferner ist von Vorteil, dass ein derartiger Sensor **R₁** an jeder beliebigen Stelle bspw. eines Getriebes od. dgl. elektromechanischen oder elektromagnetischen Antriebes, insbesondere auch auf dem Gebiet der Handhabungstechnik und Robotik permanent eingesetzt werden kann.

10 Das Gehäuse **1** bietet mechanischen und thermischen Schutz durch die entsprechende Kapselung vor Verunreinigungen, Öl od. dgl.

15 Insbesondere ist auch von Bedeutung, dass die Kernelemente **8.1, 8.2** vorgespannt in dem Sensorgehäuse **1** angeordnet sind, damit bspw. beim Anlegen einer Druckkraft auf das Kraftübertragungselement **13** einerseits in dem einen Kernelement **8.2** und insbesondere in der entsprechenden Spule **10.2** eine Spannungsänderung erzeugt werden kann, wobei gleichzeitig durch das Nachlassen der Vorspannung im anderen Kernelement **8.1** eine Änderung der Spannung an der Spule **10.1** ermittelbar ist.

20 Ferner ist daran gedacht, eine der beiden Spulen **10.1** oder **10.2** als Erregerspule und die andere als Messspule zu betreiben. Durch Überlagerung der entsprechenden Spulenspannungen ist eine Spannungsdifferenz ermittelbar. Diese gibt unmittelbar Aufschluss über die anliegende oder sich ändernde Kraft oder das entsprechende Drehmoment.

25 In dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäss **Fig. 2** ist ein Sensor **R₂** aufgezeigt, welcher ein Kernelement **8.3** aufweist, welches von einer Spule **10.3** mit Spulenkörper **11** umgeben ist. Dabei ist das Kernelement **8.3** stirnseitig an dem Deckelelementen **3** abgestützt.

30 Ggf. ist das Kernelement **8.3** radial am Deckelelement **3** gehalten oder in einer entsprechenden Ausnehmung eingesetzt.

35 Hier nicht näher bezifferte elektrische Leitungen verbinden die Spule **10.3** mit einer Spannungsquelle **U₁**.

Dabei sind Kernelement **8.3** sowie Spule **10.3** in einem Zylinder **2** angeordnet, welcher in oben beschriebener Weise mit dem Deckelelement **3** verbunden sein kann.

40 Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, den Zylinder **2** besonders dünn und aus einem sehr weichen ggf. elastischen Material auszustalten, so dass Druckkräfte **F** von aussen auf das Deckelelement sich ohne Materialeinfluss des Zylinders **2** auf das Kernelement **8.3** übertragen lassen. Daher können die Zylinder **2** sehr klein ausgebildet sein, so dass lediglich ein Gehäuse **1** gebildet ist, welches kapselartig das Kernelement **8.3** mit den Deckelelementen **3** umfängt.

45 Dabei ist daran gedacht, dass die elektrischen Verbindungen durch das Gehäuse **1** entweder durch den Zylinder **2** oder das Deckelelement **3** geführt sind und eine entsprechende Kontaktstelle abgedichtet vorliegt.

50 Ein derartiger eingekapselter Sensor **R₂** hat den wesentlichen Vorteil, dass er überall an beliebigen Stellen bspw. in Getriebe eingesetzt werden kann, ohne dass ein separates Gehäuse, Abdichtung, Abschottung od. dgl. vorgesehen sein muss.

55 Ferner ist auch daran gedacht, das Kernelement **8.3** des Sensors **R₂** vorgespannt zwischen den Deckelelementen **3** einzusetzen. Dann können auch entsprechende Zugkräfte an den Sensor **R₂** angreifen und entsprechend über die Spannungsänderung gemessen bzw. ermittelt werden. Dies liegt ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Erfindung.

60 In dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäss **Fig. 3** sind zwei Sensorelemente **R₂** mit einem belie-

bigen externen Kraftübertragungselement 13 verbunden, an welches bspw. eine Kraft F angreift. Andernfalls können stirnseitig Vorspannkräfte F_1 und F_2 anliegen.

Die beiden Spannungen U_1 und U_2 , die an den beiden Sensoren R_2 anliegen, werden verändert, wenn auf das Kraftübertragungselement 13 eine Kraft F einwirkt. Durch diese Spannungsänderung lässt sich ebenfalls ein Drehmoment und/oder eine Kraft und/oder eine Kraft- und Drehmomentänderung ermitteln. Diese Anordnung soll ebenfalls vom vorliegenden Erfindungsgedanken umfasst sein.

In dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäss Fig. 4 ist ein Sensor R₃ aufgezeigt, der im wesentlichen im Aufbau des Sensors gemäss Fig. 2 entspricht. Jedoch sind hier zwei Spulen 10.1, 10.2 auf das Kernelement 8.3 aufgesetzt, deren Spannungen U₁, U₂ bei entsprechender Kraft- und/oder Drehmomenteinwirkung gemessen werden können. Dabei kann eine der beiden Spannungen eine Erregerspannung und die andere die Messspannung sein.

Positionszahlenliste

- 1** Gehäuse
- 2** Zylinder
- 3** Deckelelement
- 4** Befestigungselement
- 5** Gewindestift
- 6** Zwischenstück
- 7** Aufnahmeabsatz
- 8** Kernelement
- 9** Zylinderstift
- 10** Spulen
- 11** Spulenkörper
- 12** Hülse
- 13** Kraftübertragungselement
- 14** Öffnung
- R₁ Sensor
- R₂ ;Sensor
- R₃ Sensor
- F Kraft
- F₁ Kraft
- F₂ Kraft
- U₁ Spannungsquelle
- U₂ Spannungsquelle

Patentansprüche

1. Sensor, insbesondere magnetostruktiver oder magnetoelastischer Sensor mit zumindest einem aus einem ferromagnetischen Material bestehenden Kernelement (8.1 bis 8.3), welches zumindest teilweise von zumindest einer Spule (10.1 bis 10.3) umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Kern-element (8.1 bis 8.3) in ein Gehäuse (1) eingesetzt ist, an welchem zur Kraft- und/oder Drehmomentenermittlung Zug- und/oder Druckkräfte angreifen. 50

2. Sensor, insbesondere magnetostruktiver oder magnetoelastischer Sensor mit zumindest einem aus einem ferromagnetischen Material bestehenden Kernelement (8.1 bis 8.3), welches zumindest teilweise von zumindest einer Spule (10.1 bis 10.3) umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Kernelemente (8.1, 8.2) hintereinander in Reihe angeordnet in ein Gehäuse (1) eingesetzt sind, wobei externe Zug- und/oder Druckkräfte axial über ein zwischen den beiden Kernelementen (8.1, 8.2) angeordnetes Zwischenstück (6) einleitbar sind. 55

3. Sensor, insbesondere magnetostruktiver oder magnetoelastischer Sensor mit zumindest einem aus ei-

nem ferromagnetischen Material bestehenden Kernelement (8.1 bis 8.3), welches zumindest teilweise von zumindest einer Spule (10.1 bis 10.3) umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Kernelement (8.1 bis 8.3) unter einer wählbaren Vorspannkraft axial vorgespannt, zur Bestimmung von axialen Zug- und/oder Druckkräften, in ein Gehäuse (1) eingesetzt ist.

4. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) aus einem Zylinder (2) mit anschliessenden störseitigen Deckelelementen (3) gebildet ist.

5. Sensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Kernelement (8.1 bis 8.3) axial in den Zylinder (2) eingesetzt ist und störseitig direkt oder indirekt mit dem Deckelelement (3) in Verbindung steht.

6. Sensor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Kernelement (8.1 bis 8.3) direkt oder indirekt mittels dem Deckelelement (3) störseitig vorgespannt in das Gehäuse (1) eingesetzt ist.

7. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Kernelement (8.1, 8.2) zum Deckelelement (3) störseitig über einen Zylinderstift (9) beabstandet ist.

8. Sensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung einer Vorspannung das Kernelement (8.1, 8.2) störseitig durch ein im Deckelelement (3) angeordneter Gewindestift (5) mit Druck beaufschlagbar ist.

9. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass dem zumindest einen Kernelement (8.1 bis 8.3) wenigstens eine Spule (10.1 bis 10.3), insbesondere eine Erreger- und/oder Messspule koaxial zugeordnet ist.

10. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem Kernelement (8.3) zwei in Reihe geschaltete Spulen (10.1, 10.2) koaxial zugeordnet sind.

11. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen (10.1 bis 10.3) im Gehäuse (1) fixiert angeordnet sind.

12. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Kernelement (8.1 bis 8.3) bei Druckbeaufschlagung im Gehäuse (1) gegenüber dem Spulenelement (10.1 bis 10.3) infinitesimal frei bewegbar ist.

13. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) allseits dicht verschlossen ausgebildet ist und ggf. isolierte externe am Gehäuse (1) angeordnete Kontaktstellen zum Anschliessen der Spulen (10.1 bis 10.3) aufweist.

14. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenstück (6) im Gehäuse (1) axial bewegbar angeordnet ist.

15. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenstück (6) gegenüber den Spulen (10.1, 10.2) axial im Gehäuse (1) bewegbar angeordnet ist.

16. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenstück (6) einen Aufnahmearabsatz (7) aufweist, an welchem die Kernelemente (8.1, 8.2) störseitig gelagert sind.

17. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 2

bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass dem Zwischenstück (6) wenigstens ein Kraftübertragungselement (13) zugeordnet ist, welches radial aus dem Gehäuse (1) ragt und axial in einer Öffnung (14) des Gehäuses (1) infinitesimal bewegbar ist.

5

18. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenstück (6) innerhalb einer Hülse (12) im Gehäuse (1) axial bewegbar gelagert ist, wobei die Hülse (12) jeweils stirnseitig die auf die beiden Kernelemente (8.1, 8.2) aufgesetzten Spulen (10.1, 10.2) zueinander beabstandet und diese im Gehäuse (1) fixiert.

10

19. Sensor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass dem Sensor, insbesondere dem Gehäuse (1) zumindest ein Temperatursensor zugeordnet ist.

15

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

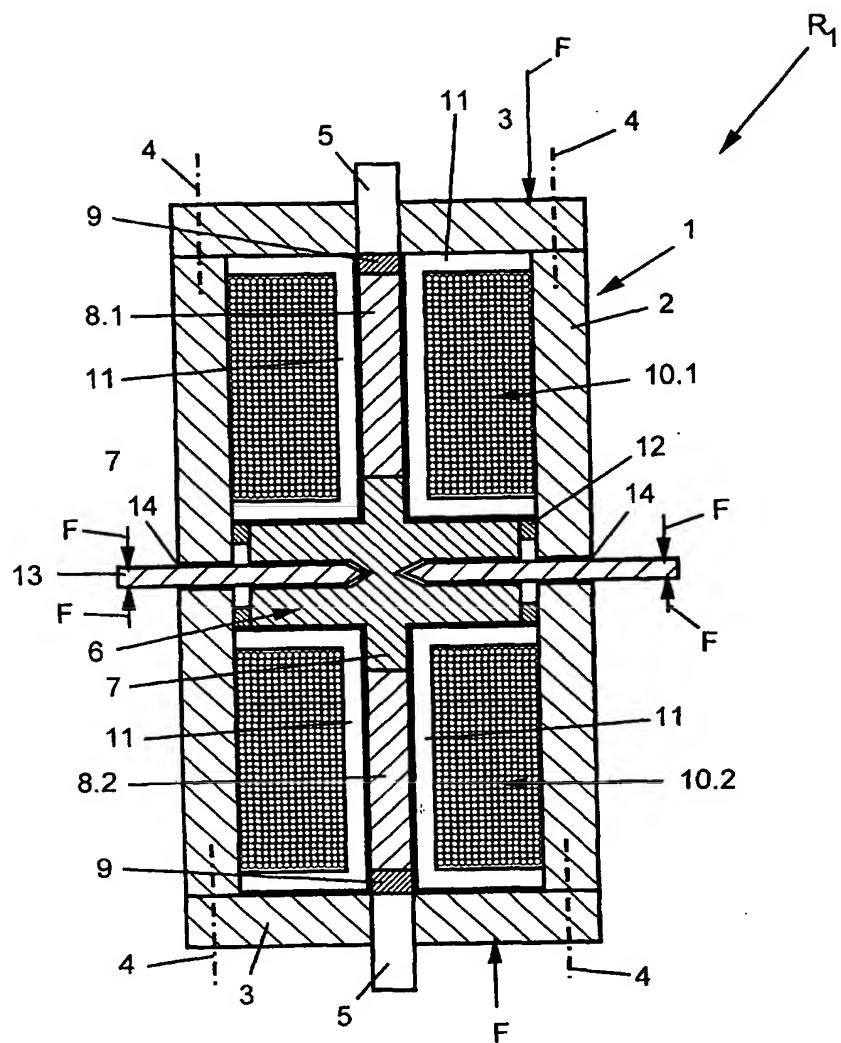


Fig. 1

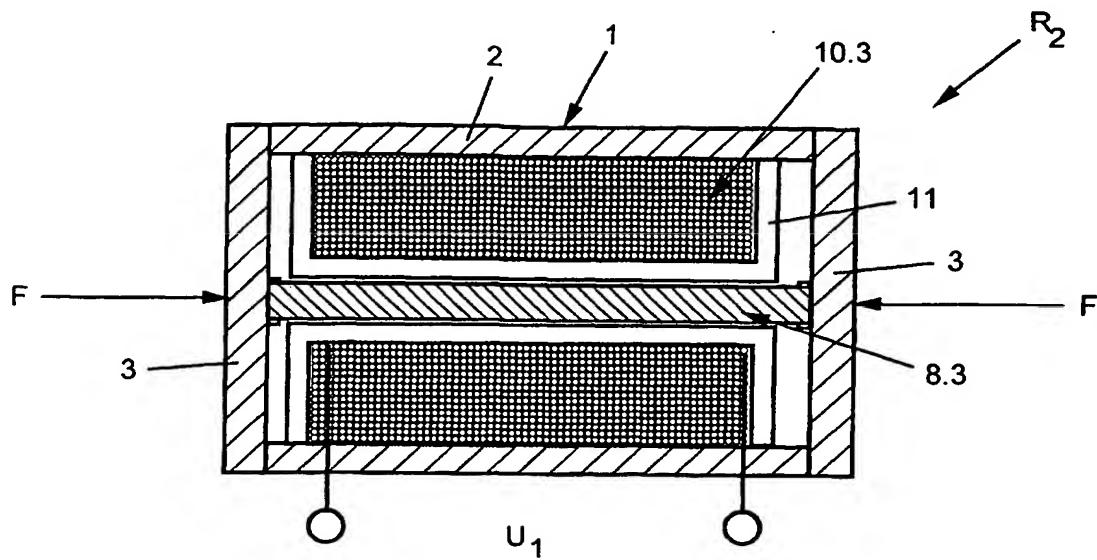


Fig. 2

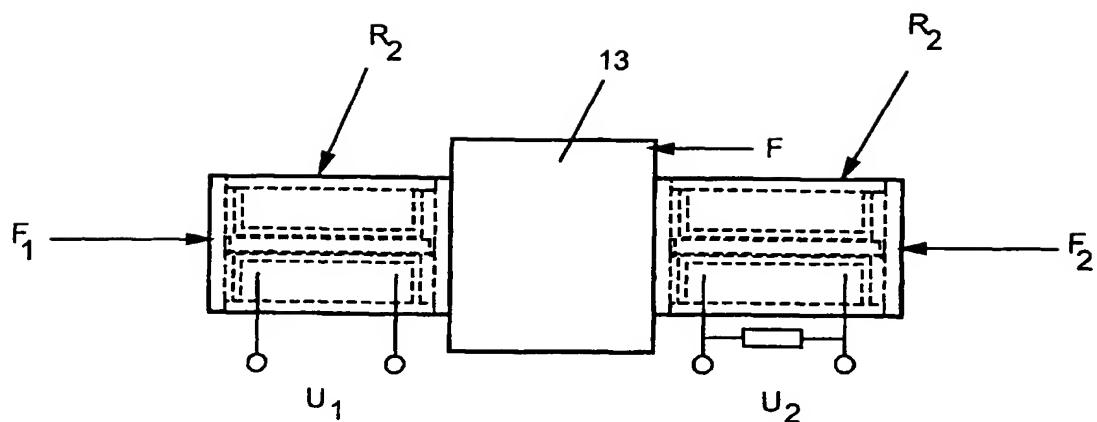


Fig. 3

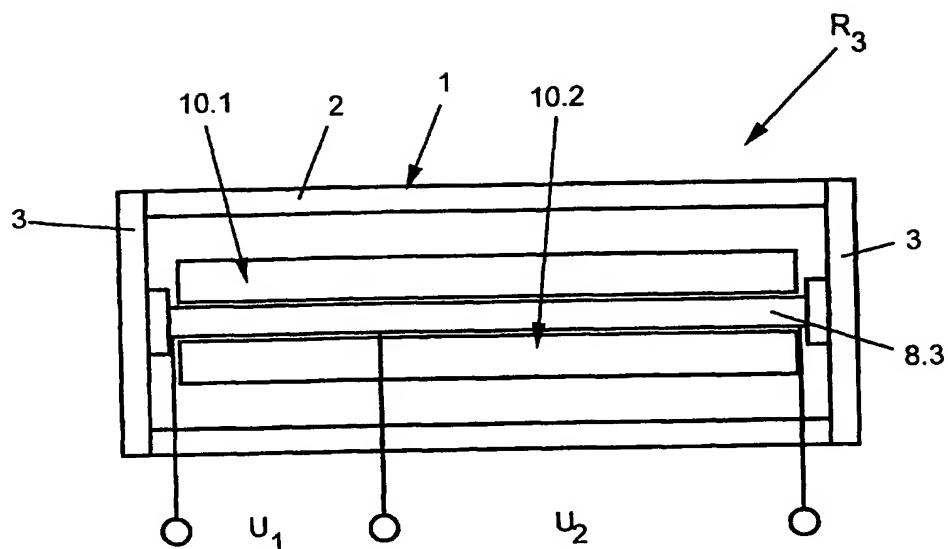


Fig. 4

Docket # 2003 P13315
App. # 10/571, 019
Applicant: Markus et al.

002 048/487

Lerner Greenberg Stemler LLP
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101